

РАСЧЕТ ВЫСОТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ЦЕМЕНТОВАННОЙ СТАЛИ 50Г

*А.П. Чейлях, проф., д.т.н., Н.Е. Караваева, инж., М.А. Рябикина, доц.,
к.т.н., ГВУЗ «ПГТУ»*

Износостойкость деталей машин определяется структурно-фазовым состоянием поверхностных слоев и может быть значительно улучшена за счет их модификации, например цементацией.

Целью настоящей работы является применение различных математических методов для оценки параметров шероховатости цементованной стали 50Г.

Образцы состава стали 50Г подвергались цементации в твердом карбюризаторе при температуре 930 °С с выдержкой 10 часов (охлаждение в коробе), закалке в масло от различных температур в интервале 800 - 1100 °С и низкому отпуску при 200 °С.

Испытания исследованных образцов в условиях абразивного изнашивания показали, что максимальной относительной износостойкостью ($\epsilon=4,16$) обладает цементованная сталь 50Г после закалки от 1000 °С и отпуска при 200 °С. После испытаний на абразивное изнашивание проводилось исследование изношенной поверхности образцов с помощью сканирующего 3D микроскопа Digital microscope VHX-1000.

Определялся профиль поверхности изнашивания (рис. 1), а также

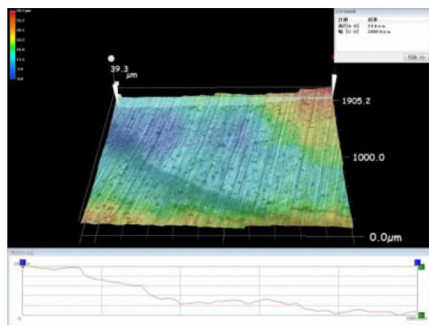


Рис. 1 – Изношенная поверхность образцов из цементованной стали 50Г после закалки от 1000 °С и отпуска при 200 °С.

высоты микронеровностей профиля u_i .

Шероховатость поверхности рассматривалась как совокупность чередующихся выступов и впадин с относительно малыми расстояниями между их вершинами (шагами). Для оценки шероховатости поверхности ее изучают в пределах ограниченного участка, длина которого называется базовой длиной - ℓ . Величина ℓ составила 2698 мкм.

С помощью Excel были рассчитаны:

1. Среднее арифметическое из абсолютных значений отклонений профиля $R_a=6,76$ мкм.
2. Сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля $R_z=24,8$ мкм.
3. Расстояние между линией выступов и линией впадин профиля $R_{max}=33,03$ мкм.

При статистической обработке высотных показателей шероховатости с помощью пакета «Анализ данных в Excel» получены числовые характеристики, приведенные в рис. 2. По расчету видно, что

$y_{cp}=6,76$ мкм и совпадает с величиной R_a . Медианное и модальное значения y выше и равны соответственно 7,021 и 7,756 мкм. $E_x=-0,567$ свидетельствует о том, что распределение значений шероховатости плосковершинное, а положительный коэффициент асимметрии $As=0,576$ подтверждает несовпадение среднего арифметического, моды и медианы и несимметричность профиля изнашивания (правая ветвь длиннее левой). Минимальный высотный показатель шероховатости $y_{min}=0,004\approx 0$ мкм, а максимальный $y_{max}=15,124$ мкм.

	A	B	C
1	Столбец1		
2			
3	Среднее	6,759845	
4	Стандартная ошибка	0,075162	
5	Медиана	7,021412	
6	Мода	7,756412	
7	Стандартное отклонение	4,094752	
8	Дисперсия выборки	16,76699	
9	Эксцесс	-0,5674	
10	Асимметричность	0,575967	
11	Интервал	15,12	
12	Минимум	0,003588	
13	Максимум	15,12359	
14	Сумма	20063,22	
15	Счет	2968	
16	Уровень надежности(95,0%)	0,147374	

Рис. 2 - Результаты статистического анализа высотных показателей шероховатости.

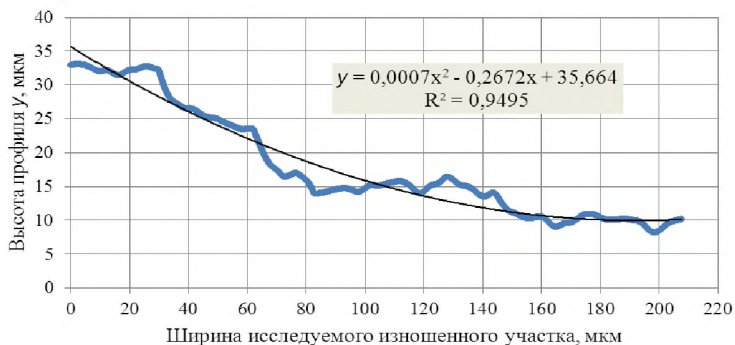


Рис. 3 - Микрорельеф поверхности изнашивания, аппроксимирующая кривая и уравнение зависимости высоты профиля

Также для описания профиля применялись методы нелинейного регрессионного анализа, результаты расчетов представлены на рис. 3.

Регрессионный анализ, в координатах высота профиля - ширина исследуемого изношенного участка, показал, что исследуемая зависимость хорошо аппроксимируется убывающей кривой вида:

$$Y = 0,0007 \cdot x^2 - 0,2672 \cdot x + 35,664.$$

Коэффициент детерминации $R^2=0,9495 \approx 1$ свидетельствует о близости математической модели опытным данным.